

RF SWITCH CIRCUIT AND TRANSMISSION RECEPTION COMMON USE DEVICE

Publication number: JP10247801

Publication date: 1998-09-14

Inventor: ATOKAWA SUKEYUKI

Applicant: MURATA MANUFACTURING CO

Classification:

- international: H01P1/15; H04B1/44; H01P1/10; H04B1/44; (IPC1-7):
H01P1/15; H04B1/44

- european:

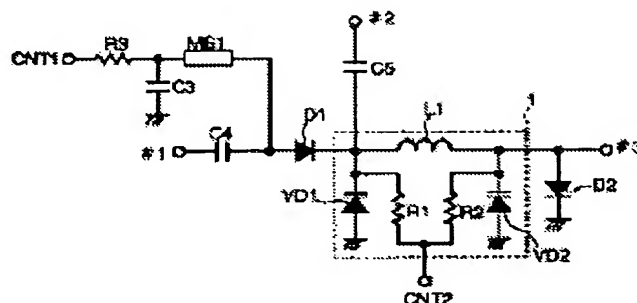
Application number: JP19970049184 19970304

Priority number(s): JP19970049184 19970304

Report a data error here

Abstract of JP10247801

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an RF switch circuit and the transmission reception common use device, where a phase is correctly inverted and impedance is matched over a wide frequency band or a plurality of frequency bands. **SOLUTION:** A 1st diode D1 is connected in series between ports #1 and #2, a $\lambda/4$ phase shift circuit 1 is provided between ports #2 and #3, a 2nd diode D2 is connected between the port #3 and a ground, a capacitor which is a component of the $\lambda/4$ phase shift circuit 1 is configured with varactor diodes VD1, VD2, and a voltage is applied to a control terminal CNT2 to select a frequency in matching with the $\lambda/4$ phase shift circuit 1.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)9月14日

H04B 1/44

(74) 代理人 弁理士 小森 久夫

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1ポートと第2ポートとの間に第1のダイオードを直列に接続し、第2ポートと第3ポートとの間に $\lambda/4$ 移相回路設け、第3ポートとアースとの間に第2のダイオードを接続したRFスイッチ回路において、

前記 $\lambda/4$ 移相回路を、制御電圧によってキャパシタンスの変化する可変容量ダイオードとインダクタとを用いて構成したことを特徴とするRFスイッチ回路。

【請求項2】 第1ポートと第2ポートとの間に第1のダイオードを直列に接続し、第2ポートと第3ポートとの間に $\lambda/4$ 移相回路設け、第3ポートとアースとの間に第2のダイオードを接続したRFスイッチ回路において、

前記 $\lambda/4$ 移相回路を、キャパシタとインダクタを用いて構成するとともに、制御電圧によってスイッチングして前記キャパシタの実効的キャパシタンスを切り替えるスイッチ素子を設けたことを特徴とするRFスイッチ回路。

【請求項3】 第1ポートと第2ポートとの間に第1のダイオードを直列に接続し、第2ポートと第3ポートとの間に $\lambda/4$ 移相回路設け、第3ポートとアースとの間に第2のダイオードを接続したRFスイッチ回路において、

前記 $\lambda/4$ 移相回路を、キャパシタとインダクタを用いて構成するとともに、制御電圧によってスイッチングして前記インダクタの実効的インダクタンスを切り替えるスイッチ素子を設けたことを特徴とするRFスイッチ回路。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載のRFスイッチ回路の第1ポートに送信フィルタまたは受信フィルタを接続するとともに、第3ポートに受信フィルタまたは送信フィルタを接続してなる送受共用器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、RF信号のスイッチ回路およびそれを用いた送受共用器に関する。

【0002】

【従来の技術】アンテナ端子と送信用フィルタおよび受信用フィルタとの間に設けられ、アンテナ端子と送信用フィルタまたは受信用フィルタとの接続を切り替えて、アンテナ端子に接続されたアンテナを送信用と受信用とに切り替えるRFスイッチ回路が従来より用いられている。

【0003】図9は従来のRFスイッチ回路の基本構成を示す回路図である。同図において $\lambda/4$ 移相回路は位相を反転する回路であり、制御端子CNT1に正電位が印加された時、ダイオードD1→ $\lambda/4$ 移相回路→ダイオードD2の経路で両ダイオードにバイアス電圧が印加されることにより、両ダイオードが共にオンする。これ

によりポート#1とポート#2とが高周波的に導通すると共に、ポート#3がアースに接続（接地）される。このようにポート#3がアースに接続（接地）されることによってA点は等価的に開放されて、ポート#1からの入力信号およびポート#2からの入力信号はポート#3側およびダイオードD2側へは流入しない。制御端子CNT1に接地電位または負電位が印加されたとき、ダイオードD1、D2は共にオフして、ポート#1とポート#2とは回路的に遮断され、ポート#2からの入力信号がポート#3へ出力される。

【0004】図10は図9に示したRFスイッチ回路の従来の具体的構成例であり、 $\lambda/4$ 移相回路をキャパシタC1、C2とインダクタL1とで構成している。尚、ダイオードD1、D2に対する制御電圧入力回路としては、抵抗R3およびコンデンサC3から成るRFチョーク回路および制御電圧を導く伝送路としてのマイクロストリップラインMS1を設けている。

【0005】このようなRFスイッチ回路を用いて、図9または図10に示したポート#1に送信フィルタ、ポート#3に受信フィルタ、ポート#2にアンテナをそれぞれ接続することによってアンテナ共用器が構成される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このようなRFスイッチ回路を用いたアンテナ共用器は、TDMA方式の移動体通信システムに適合し、また送受共用部分での損失を低く抑えることができるという特徴を有している。

【0007】ところで図9または図10に示した回路において、ダイオードD2がオン状態の時、図中のA点が等価的に開放状態となるためには、 $\lambda/4$ 移相回路が正確に $1/4$ 波長分位相シフトさせて位相反転させる特性を備えていなければならない。そこで、従来は使用する周波数帯域に応じて、図9に示したC1、C2、L1の各定数を定めていた。

【0008】ところが、最近のデジタル携帯電話システムにおいては、1つの端末で複数のシステムを利用可能とする取り組みがなされている。たとえば日本国内においては、800MHz帯を用いるPDCと1.9GHz帯を用いるPHSがあるが、両者を1つの端末で利用するためには800MHz～1.9GHzの広い帯域に亘って上記 $\lambda/4$ 移相回路が所定の特性を満足するものでなければならない。しかし図9に示したような従来の $\lambda/4$ 移相回路では、ある1つの帯域の周波数でしか正しく位相反転し、且つその入出力部のインピーダンス（通常50Ω）に整合させることができない。そのため、上述したように800MHz～1.9GHzの広帯域に亘って正確に位相反転し、且つインピーダンス整合させることは非常に困難である。その結果、VSWRが悪化し、挿入損失が悪化することになる。

【0009】この発明の目的は広い周波数帯域または複

数の周波数帯域において正しく位相反転し、且つインピーダンス整合がとれるようにしたRFスイッチ回路および送受共用器を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、第1ポートと第2ポートとの間に第1のダイオードを直列に接続し、第2ポートと第3ポートとの間に $\lambda/4$ 移相回路設け、第3ポートとアースとの間に第2のダイオードを接続したRFスイッチ回路において、 $\lambda/4$ 移相回路を広帯域に亘って機能させるために、請求項1に記載のとおり、制御電圧によってキャパシタンスの変化する可変容量ダイオードとインダクタとを用いて $\lambda/4$ 移相回路を構成する。これにより、可変容量ダイオードに対する制御電圧によってそのキャパシタンスを変化させれば、その可変容量ダイオードとインダクタとを用いて構成した $\lambda/4$ 移相回路の移相特性およびインピーダンスを、用いる周波数帯に応じて変更できるようになる。

【0011】またこの発明は、請求項2に記載のとおり、前記 $\lambda/4$ 移相回路を、キャパシタとインダクタとを用いて構成するとともに、制御電圧によってスイッチングして前記キャパシタの実効的キャパシタンスを切り替えるスイッチ素子を設ける。この構成により制御電圧によってスイッチ素子のオン/オフ状態を切り替えれば、 $\lambda/4$ 移相回路のキャパシタ部分の実効的キャパシタンスが切り替わり、 $\lambda/4$ 移相回路の適合する周波数帯域が切り替わる。

【0012】また、請求項3に記載のとおり、前記 $\lambda/4$ 移相回路を、キャパシタとインダクタとを用いて構成するとともに、制御電圧によってスイッチングして前記インダクタの実効的インダクタンスを切り替えるスイッチ素子を設ける。この構成により制御電圧によってスイッチ素子のオン/オフ状態を切り替えれば、 $\lambda/4$ 移相回路のインダクタ部分の実効的インダクタンスが切り替わり、 $\lambda/4$ 移相回路の適合する周波数帯域が切り替わる。

【0013】更にこの発明は、請求項4に記載のとおり、請求項1～3のいずれかに記載のRFスイッチ回路の第1ポートに送信フィルタまたは受信フィルタを接続するとともに、第3ポートに受信フィルタまたは送信フィルタを接続する。このようにしてRFスイッチ回路によって、送信フィルタを通して入力される送信信号を第2のポートから出力する場合と、第2のポートから入力される信号を受信フィルタへ出力する場合とを切り替えることができ、たとえば第2のポートにアンテナを接続することによってアンテナ共用器として用いることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】この発明の第1の実施形態に係るRFスイッチ回路の構成およびその適用例を図1～図3を参照して説明する。

【0015】図1はRFスイッチ回路の回路図である。同図において1は $\lambda/4$ 移相回路であり、この $\lambda/4$ 移相回路1と第1のダイオードD1および第2のダイオードD2とからRFスイッチ回路を構成している。 $\lambda/4$ 移相回路1はインダクタL1と可変容量ダイオードVD1、VD2およびこの2つの可変容量ダイオードに対して制御電圧を印加するための抵抗R1、R2とから構成している。可変容量ダイオードVD1、VD2のキャパシタンスは制御端子CNT2に印加される制御電圧に応じて定まる。したがって制御端子CNT2に印加される制御電圧に応じて $\lambda/4$ 移相回路1の適合する周波数帯が変化する。すなわち制御端子CNT2に印加する制御電圧が可変幅内で最も低い時、可変容量ダイオードVD1、VD2のキャパシタンスは最も大きくなるので、 $\lambda/4$ 移相回路1の適合する周波数帯は最も低くなる。制御端子CNT2に印加する制御電圧が正の電圧でその値が高くなるほど可変容量ダイオードVD1、VD2のキャパシタンスが小さくなって、 $\lambda/4$ 移相回路1の適合する周波数帯が上昇する。したがって、使用する周波数帯域が800MHz帯と1.9GHz帯の2つだけである場合には、その制御電圧を所定の2つの電圧値のうち一方に切り替えることによって、適合する周波数帯を800MHzと1.9GHzとに切り替えればよい。抵抗R3とコンデンサC3とはRFチョーク回路を構成し、制御端子CNT1から入力される制御電圧に重畳されている高周波信号を除去する。MS1はこの制御信号を供給するための伝送路としてのマイクロストリップラインである。制御端子CNT1に正電圧が印加されると、抵抗R3→マイクロストリップラインMS1→ダイオードD1→インダクタL1→ダイオードD2の経路でダイオードD1、D2にバイアス電圧が印加されることにより、両ダイオードが共にオンする。これによりポート#1とポート#2とが高周波的に導通すると共に、ポート#3が接地される。このようにポート#3が接地されることによってA点は等価的に開放されて、ポート#1からの入力信号およびポート#2からの入力信号はポート#3側およびダイオードD2側へは流入されない。制御端子CNT1が接地電位または負電位となったとき、ダイオードD1、D2は共にオフして、ポート#1とポート#2とは回路的に遮断され、ポート#2からの入力信号がポート#3へ出力される。

【0016】図2は図1に示したRFスイッチ回路を用いた送受共用器の一例としてのアンテナ共用器の構成を示すブロック図である。図2において送信側デュプレクサは800MHz帯の送信フィルタと1.9GHz帯の送信フィルタから成り、受信側デュプレクサは800MHz帯の受信フィルタと1.9GHz帯の受信フィルタから成る。この場合、図1に示したRFスイッチ回路のポート#1に図2の送信側デュプレクサを接続し、RFスイッチ回路のポート#3に受信側デュプレクサを接続

し、更にRFスイッチ回路のポート# 2にアンテナANTを接続する。

【0017】図3は図2に示したアンテナ共用器の構成を示す回路図である。図3においてF11は800MHz帯の送信フィルタ、F12は1.9GHz帯の送信フィルタ、F21は800MHz帯の受信フィルタ、F22は1.9GHz帯の受信フィルタである。同図に示すように2つの帯域の送信フィルタF11、F12は位相調整回路を介してRFスイッチ回路のポート# 1に接続し、2つの帯域の受信フィルタF21、F22は位相調整回路を介してRFスイッチ回路のポート# 3に接続している。そしてRFスイッチ回路のポート# 2にアンテナを接続している。この構成によって4つのフィルタF11、F12、F21、F22はそれぞれ他のフィルタとの間で干渉することなく、アンテナANTを800MHz帯の送受と1.9GHz帯の送受に兼用することができる。

【0018】次に第2の実施形態に係るRFスイッチ回路の構成を図4に示す。図1に示したものと異なり、このRFスイッチ回路の $\lambda/4$ 移相回路1はインダクタL1、キャパシタC1、C2、ダイオードD3、D4およびインダクタL2、L3で構成している。その他の構成は図1に示したものと同様である。図4の $\lambda/4$ 移相回路1においてインダクタL2、L3はダイオードD3、D4に対してバイアス電圧を供給するためのRFチョークコイルとして作用する。この構成により、ダイオードD3、D4がオンすれば、インダクタL1両端に接続されるキャパシタの実効キャパシタンスはC1、C2のキャパシタンスに略等しくなり、またダイオードD3、D4がオフすれば、インダクタL1両端のキャパシタの実効キャパシタンスはダイオードD3、D4のオフ時のキャパシタンス成分とC1、C2のキャパシタンスとの直列合成値となる。したがって制御端子CNT2に対する制御電圧に応じてダイオードD3、D4をオン/オフすることによって、 $\lambda/4$ 移相回路1の適合する周波数帯を切り替えることができる。したがってたとえばダイオードD3、D4がオフ状態の時1.9GHz帯に適合し、オン状態の時800MHz帯に適合するように、インダクタL1のインダクタンス、キャパシタC1、C2のキャパシタンスおよびダイオードD3、D4のオフ時のキャパシタンスをそれぞれ設定すればよい。

【0019】次に第3の実施形態に係るRFスイッチ回路の構成を図5に示す。この例では、 $\lambda/4$ 移相回路1を、インダクタL1、キャパシタC1、C2、FETQ1、Q2およびインダクタL2、L3により構成している。その他は図4に示したものと同様である。この構成により、制御端子CNT2の印加電圧に応じてFETQ1、Q2が共にオン/オフする。そしてFETQ1、Q2がオンすれば、インダクタL1両端に接続されるキャパシタの実効キャパシタンスはC1、C2のキャパシタ

ンスに略等しくなり、FETQ1、Q2がオフすれば、インダクタL1両端のキャパシタの実効キャパシタンスはFETQ1、Q2のオフ時のキャパシタンス成分とC1、C2のキャパシタンスとの直列合成値となる。したがって制御端子CNT2に対する制御電圧に応じてFETQ1、Q2をオン/オフすることによって、 $\lambda/4$ 移相回路1の適合する周波数帯が切り替わる。たとえばFETQ1、Q2がオフ状態の時1.9GHz帯に適合し、オン状態の時800MHz帯に適合するように、インダクタL1のインダクタンス、キャパシタC1、C2のキャパシタンスおよびFETQ1、Q2のオフ時のキャパシタンスをそれぞれ設定すればよい。

【0020】次に第4の実施形態に係るRFスイッチ回路およびそれを適用したアンテナダイバーシチ用アンテナ共用器の構成を図6および図7を参照して説明する。

【0021】図6はアンテナ共用器の全体の構成を示すブロック図である。図6においてANT1は送受兼用アンテナ、ANT2は受信専用アンテナである。送信側デュプレクサは800MHz帯の送信フィルタと1.9GHz帯の送信フィルタから成り、受信側デュプレクサは800MHz帯の受信フィルタと1.9GHz帯の受信フィルタから成る。この場合、RFスイッチ回路SW1は送受の切替を行い、RFスイッチ回路SW2は受信アンテナの切替を行う。

【0022】図7は図6に示したアンテナ共用器の構成を示す回路図である。図7においてダイオードD11、 $\lambda/4$ 移相回路11、ダイオードD2は第1のRFスイッチを構成し、ダイオードD12、 $\lambda/4$ 移相回路12、ダイオードD2は第2のRFスイッチを構成する。抵抗R3とコンデンサC3とはRFチョーク回路を構成し、制御端子CNT1から入力される制御電圧に重畳されている高周波信号を除去し、マイクロストリップラインMS1はこの制御信号を供給する。同様に、抵抗R4とコンデンサC6とはRFチョーク回路を構成し、制御端子CNT3から入力される制御電圧に重畳されている高周波信号を除去し、マイクロストリップラインMS2はこの制御信号を供給する。今、制御端子CNT1に正電圧が印加されると、抵抗R3→マイクロストリップラインMS1→ダイオードD11→ $\lambda/4$ 移相回路11→ダイオードD2の経路で両ダイオードにバイアス電圧が印加されることにより、両ダイオードが共にオンする。これにより800MHz帯の送信フィルタF11または1.9GHz帯の送信フィルタF12を通った送信信号がアンテナANT1へ導かれる。制御端子CNT3と制御端子CNT1に接地電位または負電位が印加されると、ダイオードD11、D2は共にオフし、アンテナANT1の受信信号が $\lambda/4$ 移相回路11および12を介して800MHz帯の受信フィルタF21および1.9GHz帯の受信フィルタF22に入力される。制御端子CNT1に接地電位または負電位が印加されている状態

で、制御端子CNT 3に正電位が印加されると、抵抗R 4→マイクロストリップラインMS 2→ダイオードD 1 2→ $\lambda/4$ 移相回路1 2→ダイオードD 2の経路で両ダイオードにバイアス電圧が印加されることにより、両ダイオードが共にオンする。これによりアンテナANT 2の受信信号が受信フィルタF 2 1およびF 2 2に入力される。このように2つの $\lambda/4$ 移相回路を用いてアンテナダイバーシチ用アンテナ共用器を構成する場合にも、使用周波数帯に応じて制御端子CNT 2に対する印加電圧を切り替えて、2つの $\lambda/4$ 移相回路の特性を共に切り替えることによって、2つの使用周波数帯に適合するアンテナダイバーシチ回路として作用させることができる。

【0023】次に第5の実施形態に係るRFスイッチ回路の構成を図8を参照して説明する。第1～第4の実施形態では、 $\lambda/4$ 移相回路の構成要素であるキャパシタの実効キャパシタンスを変えることによって、 $\lambda/4$ 移相回路の特性を変えるようにしたが、この第5の実施形態では $\lambda/4$ 移相回路の構成要素であるインダクタの実効インダクタンスを変えることによって、 $\lambda/4$ 移相回路の特性を変える。図8において、図1に示した回路と異なる点は $\lambda/4$ 移相回路の構成である。図8において、C 1、C 2、およびL 1 1、L 1 2は $\lambda/4$ 移相のためのキャパシタおよびインダクタである。ここではダイオードD 5はスイッチング用のダイオードとして用い、インダクタL 4、L 5はそのダイオードD 5に対して制御電圧信号を印加するためのRFチョークコイルとして用いる。今、制御端子CNT 2に正電位を印加すると、インダクタL 4→ダイオードD 5→インダクタL 5の経路でダイオードD 5にバイアス電圧が印加され、ダイオードD 5がオンする。これにより、インダクタL 1 2が比較的キャパシタンスの大きなキャパシタC 7でバイパスされ、 $\lambda/4$ 移相に寄与するインダクタの実効インダクタンスはL 1 1のインダクタンスに略等しくなり低下する。制御端子CNT 2に接地電位または負電位を印加すると、ダイオードD 5がオフする。これにより、 $\lambda/4$ 移相に寄与するインダクタの実効インダクタンスはL 1 1とL 1 2の直列合成値に略等しくなり増大する。したがって、制御端子CNT 2の印加電圧に応じて $\lambda/4$ 移相回路1の適合する周波数帯を切り替えることができる。

【0024】なお、以上に示した各実施形態のうち、 $\lambda/4$ 移相回路のキャパシタまたはインダクタをダイオードを用いて切り替えるものは、そのダイオードのオン/オフによって、 $\lambda/4$ 移相回路の適合周波数帯を2通りに切り替えるものであったが、同様にして、2つ以上のダイオードを設けて、それらのオン/オフ制御によって、3つ以上の周波数帯に適合する $\lambda/4$ 移相回路を構成してもよい。

【0025】また、第4の実施形態では送受共用器の一

例としてアンテナ共用器を挙げたが、第1と第3のポートに送信フィルタと受信フィルタを接続するとともに、第2のポートに伝送線を接続した送受共用器にも本願発明は同様に適用できる。

【0026】

【発明の効果】この発明の請求項1に係るRFスイッチ回路によれば、可変容量ダイオードに対する制御電圧によってそのキャパシタンスを変化させれば、その可変容量ダイオードとインダクタとを用いて構成した $\lambda/4$ 移相回路の移相特性およびインピーダンスを、用いる周波数帯に応じて適宜変更できるようになる。

【0027】請求項2および3に係るRFスイッチ回路によれば、制御電圧によってスイッチ素子のオン/オフ状態を切り替えることによって $\lambda/4$ 移相回路の適合する周波数帯域を容易に切り替えることができる。

【0028】さらに、請求項4に係る送受共用器によれば、RFスイッチ回路によって送信フィルタを通して入力される送信信号を第2のポートから出力する場合と、第2のポートから入力される信号を受信フィルタへ出力する場合とを切り替えることができ、たとえば第2のポートにアンテナを接続することによって、広範囲に亘って用いることのできるアンテナ共用器が容易に構成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係るRFスイッチ回路の回路図である。

【図2】同RFスイッチ回路を適用したアンテナ共用器の構成を示すブロック図である。

【図3】同アンテナ共用器の構成を示す回路図である。

【図4】第2の実施形態に係るRFスイッチ回路の回路図である。

【図5】第3の実施形態に係るRFスイッチ回路の回路図である。

【図6】第4の実施形態に係るアンテナ共用器の構成を示すブロック図である。

【図7】同アンテナ共用器の構成を示す回路図である。

【図8】第5の実施形態に係るRFスイッチ回路の回路図である。

【図9】従来のRFスイッチ回路の構成を示す図である。

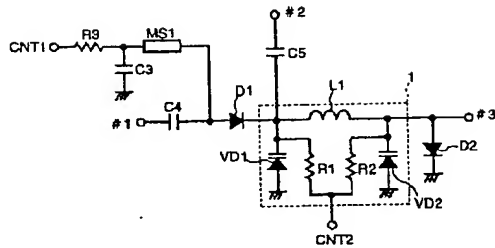
【図10】従来のRFスイッチ回路の回路図である。

【符号の説明】

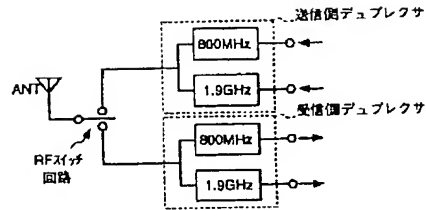
1, 1 1, 1 2— $\lambda/4$ 移相回路
L 1～L 5, L 1 1, L 1 2—インダクタ
C 1～C 7—キャパシタ
D 1～D 5—ダイオード
VD 1, VD 2—可変容量ダイオード
CNT 1, CNT 2, CNT 3—制御端子
MS 1, MS 2—マイクロストリップライン
F 1 1, F 1 2—送信フィルタ

F21, F22-受信フィルタ

【図1】

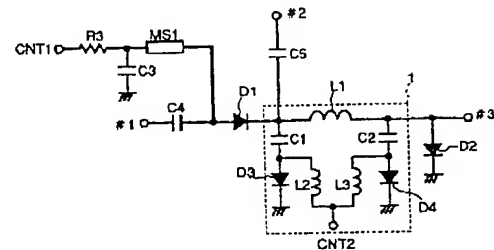
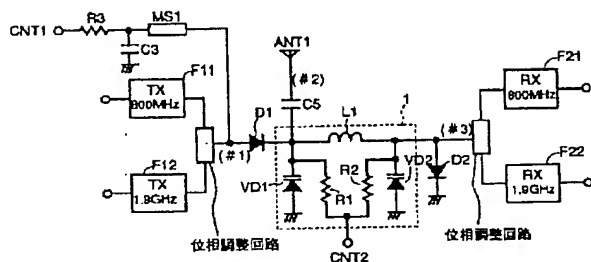


【図2】

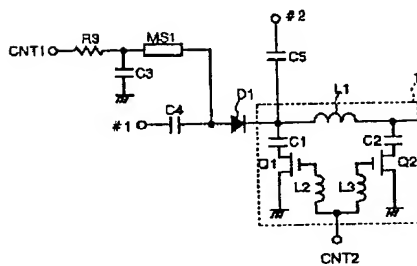


【図4】

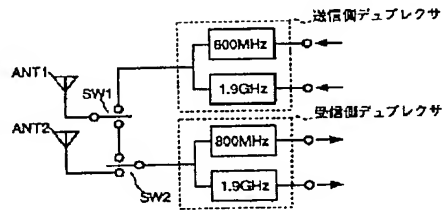
【図3】



【図5】

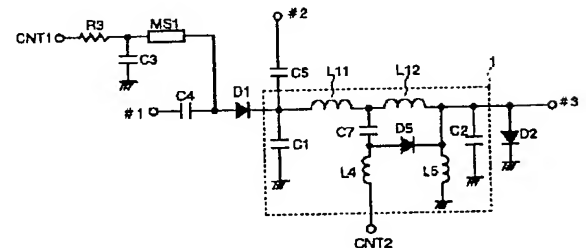
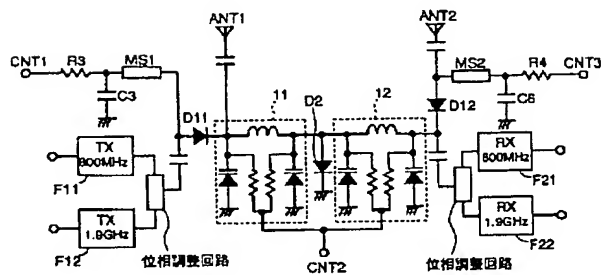


【図6】

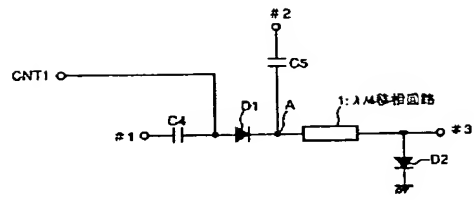


【図8】

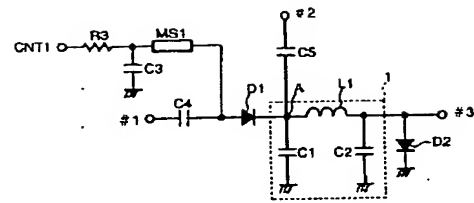
【図7】



【図 9】



【図 10】



THIS PAGE BLANK (USPTO)